

# ГРАФЕНОПОДОБНЫЕ ДИХАЛЬКОГЕНИДЫ d-ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ: СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Куликов Л.М.

Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины,  
ул. Кржижановского, 3, Киев-142, 03680, Украина, e-mail: [kulikovl@ipms.kiev.ua](mailto:kulikovl@ipms.kiev.ua)

В настоящее время происходит стремительное развитие исследований по наносинтезу и физическим свойствам неорганических структурных аналогов графена – слоистых дихалькогенидов d-переходных металлов,  $2H-MCh_2$  ( $M = Mo, W, Nb, Ta$ ;  $Ch = S, Se$ ), (“inorganic graphene-like nanoparticles”, “2D nanostructures”, “ultrathin nanosheets”, “single layer”, “layered, two-dimensional (2D), quasi-2D nanostructures”, “layer-by-layer self-assembly of ultrathin nanosheets”).

На основании последних научных публикаций и собственных результатов анализируются:

- структурные и технологические преимущества графеноподобных наночастиц и нанослоёв дихалькогенидов d-переходных металлов  $2H-MCh_2$  (“single layers”, “nanolayers”, “nanosheets”), а также отличия их физических свойствах относительно аналогичных характеристик др. типов наночастиц (нанотрубки, неорганические фуллереноподобные IF-частицы, наностержни, квантовые точки);
- состояние исследований в области наносинтеза графеноподобных дихалькогенидов d-переходных металлов  $2H-MCh_2$ ;
- существующие проблемы создания нанотехнологий графеноподобных наночастиц  $2H-MCh_2$  и управления их структурно-чувствительными свойствами;
- последние результаты исследований структурно-чувствительных физических, химических и физико-химических свойств графеноподобных  $2H-MCh_2$ .

Показано, что графеноподобные дихалькогениды d-переходных металлов  $2H-MCh_2$  и их интеркаляционные нанофазы перспективны для создания многофункциональных наноматериалов различного назначения:

- наномазки: твёрдые, радиационно-стойкие, электропроводящие наносмазки для космических и наземных условий эксплуатации при высоких и низких температурах, в атмосфере водорода и медицинском оборудовании;

добавки твёрдых наносмазок к промышленным маслам и смазкам для улучшения их триботехнических параметров (авиакосмическая техника, машиностроение, нефте- и газодобыча, транспорт, военная техника, металлургия и т.п.);

- наноматериалы для преобразователей энергии: химические источники тока, фотоинтеркаляционные преобразователи солнечной энергии, солнечные батареи;
- наноматериалы с повышенным содержанием водорода и сенсоры: водородная энергетика;
- наноматериалы, обладающие свойствами суперамортизаторов при очень больших нагрузках: до 40 ГПа, „наноброня”;
- нанокатализ, фотокатализ на полупроводниковых наночастицах (в видимой области спектра): водородная энергетика, экология (очистка сточных вод);
- теплоизоляционные наноматериалы с рекордно низкими значениями теплопроводности;
- магнитные наноматериалы.

По результатам последних исследований (с 2011 г.):

- нанoeлектроника (создание полевых транзисторов, интегральных схем, гетеропереходов с участием графена);
- полупроводниковые наномембраны: механические и термоэлектрические устройства, нанoeлектроника, оптоэлектроника, фотоника;
- химические источники тока высокой ёмкости (нанокompозиты графен / графеноподобный  $MoS_2$ : литиевые химические батареи, суперконденсаторы);
- нанокompозиты: биосовместимые наноматериалы (бионанокompозиты медицинского назначения: антифрикционные покрытия, терапия); нанокompозиты  $MoS_2 / C$  (значительная электрокаталитическая активность в реакциях получения водорода).